

Verfahren zur Herstellung eines Fahrzeugbauteils, insbesondere eines Fahrwerkrahmens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Fahrzeugbauteils, insbesondere eines Fahrwerkrahmens.

Fahrwerkrahmen von Kraftfahrzeugen werden üblicherweise durch profilierte Längsträgerbleche, Querträgerbleche als endseitige Querverbindungen der Längsträger, Quertraversenbleche für die Halterung des Getriebes und der Achsaufnahmen gebildet. Längs- und Querlenkerlager, Karosserieaufnahmen sowie die Federbeinaufnahmen werden zusätzlich als rahmenzugehörige Konsolenbleche mit den Längsträgern verbunden. Die Verbindung der zahlreichen Einzelteile zu einem vollwertigen Rahmen erfolgt in der Regel durch gängige Schweißverfahren oder auch mechanisch beispielsweise mittels Bolzen. Als besondere Füge-technik wird in der WO 97/00151 das magnetische Impulsschweißverfahren beschrieben.

Die Teilevielfalt bei diesen bisherigen Rahmenkonstruktionen ist hierbei aufgrund der Funktionsanhäufung sehr hoch, was eine aufwendige Einzelteilherstellung erfordert und mannigfaltige oftmals - auch aufgrund von knapp bemessenen Bauräumen - schwierig auszuführende Fügeoperationen begründet. Dadurch wird - neben den hohen Lagerhaltungskosten für die Einzelteile - die Herstellung des gesamten Rahmens relativ kostspielig. Weiterhin werden an die Fügeverbindungen höchste Anforderungen hinsichtlich mechanischer Belastbarkeit gestellt, der sie zumindest mit der Betriebsdauer mittel- bis langfristig nicht gerecht werden, so dass infolge von Rissen oder gar Brüchen an den Fügstellen fahrsicherheitsrelevante Schäden

unweigerlich auftreten. Des weiteren steigt in der Öffentlichkeit die Sicherheits- und Komforterwartung an die Straßenlage immer mehr, wodurch ein Hauptaugenmerk bei der Rahmenherstellung eine möglichst hohe Biege- und Verwindungsteifigkeit ist. Die bekannte Blechkonstruktion kann diese Erwartung auch nur unzureichend erfüllen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Fahrzeugbauteils aufzuzeigen, das in relativ einfacher Weise zum einen eine sehr komplexe Gestaltungsform bei wesentlich verbesserter Stabilität des Bauteils und zum anderen eine möglichst geringe Bauteilevielfalt des Bauteils ermöglicht.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausbildung der Querträger als rohrförmige Hohlprofile, der Quertraversen und der Längsträger als Hohlprofile wird der gesamte Rahmen ganz erheblich hinsichtlich der Torsions- und Biegesteifigkeit und damit seiner Stabilität verbessert. Im Zuge der speziellen bauraumangepassten und präzisen Gestaltung der Querschnittsform und des Oberflächenverlaufes des Längsträgers durch die Innenhochdruckumformtechnik, was schon mit relativ einfachen Mitteln eine komplexe Gestaltung des Bauteils, insbesondere des Fahrwerkrahmens erlaubt, werden in verfahrensökonomischer Weise bei der Aufweitung der Längsträgerhohlprofile gleichfalls in einem Arbeitsschritt die Karosserieaufnahmen und die Lageraufnahmen für die Längslenker aus dem Längsträgerhohlprofil als Nebenformelemente seitlich ausgeformt. Diese sind anschließend natürlich beispielsweise mittels Bohren oder Stanzen zu lochen. Aufgrund dieser Möglichkeit, mit geringem Aufwand aus dem Längsträgerhohlprofilmaterial heraus die besagten Aufnahmen oder andere sonst als separate Anbauteile verwendete an die Längsträger anzufügende Konsolen komplexer Ausgestaltung auszuformen und somit eine Einteiligkeit von

verschiedenen Funktionsbauteilen des Bauteils zu erreichen, wird ein überaus hohes Maß an Integration erzielt und damit die Bauteilvielfalt drastisch reduziert. Hierbei erleidet das Bauteil keinerlei Steifigkeitseinbußen und gleichzeitig ergeben sich keine Schwachstellen in der mechanischen Belastbarkeit durch Fügstellen von Konsolen am Längsträger, so dass die Stabilität gewährleistet ist.

Des weiteren kann aufgrund der verbesserten Torsions- und Biegesteifigkeit des Bauteils durch die Ausbildung seiner Träger in Form von innenhochdruckgestalteten Hohlprofilen die Wandstärke des Bauteils verringert werden, so dass Gewicht in der Bauteil- bzw. Rahmenkonstruktion eingespart wird, was dem allgemein wegen Emissionssenkung und Kraftstoff einsparung geforderten Leichtbau von Kraftfahrzeugen in hohem Maße zuträglich ist. Aus der Vielfalt der Fahrzeugrahmen ist ein Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens neben dem Fahrwerkrahmen und der Rahmenstruktur der Karosserie auch beispielsweise bei einem Sitzrahmen denkbar.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels nachfolgend näher erläutert; dabei zeigt:

Fig. 1 in einer perspektivischen Ansicht einen hinteren Teil eines erfindungsgemäßen Fahrwerkrahmens,

Fig. 2 in einer perspektivischen Ansicht einen vorderen, sich an den hinteren Teil aus Fig. 1 unmittelbar anschließenden Teil eines erfindungsgemäßen Fahrwerkrahmens,

Fig. 3 in einer perspektivischen Ansicht die Federbeinaufnahme des vorderen Teils des Fahrwerkrahmens aus Fig. 2,

Fig. 4 in einer perspektivischen Ansicht die Quertraversen des erfindungsgemäßen Fahrwerkrahmens aus Fig. 1 und 2 in Füllgelage,

Fig. 5 in einer perspektivischen Ansicht eine Karosserieaufnahme des hinteren Teils des Fahrwerkrahmens aus Fig. 1,

Fig. 6 in einer perspektivischen Ansicht eine Lageraufnahme eines Längslenkers im hinteren Teil des Fahrwerkrahmens aus Fig. 1,

Fig. 7 in einer perspektivischen Ansicht eine durch eine Quetschung des Längsträgerhohlprofiles entstandene Karosserieaufnahme des hinteren Teils des Fahrwerkrahmens aus Fig. 1,

Fig. 8 in einem Querschnitt die Karosserieaufnahme aus Fig. 7

Fig. 9 einen Querschnitt eines Längsträgerhohlprofiles des erfindungsgemäßen Fahrwerkrahmens mit Formschlusselementen in einer Perspektive,

Fig. 10 die Herstellung einer Federbeinaufnahme des erfindungsgemäßen Fahrwerkrahmens in einer perspektivischen Ansicht der Biegeform des Abschnittes des Längsträgerhohlprofiles nach einem ersten Biegeschritt,

Fig. 11 die Biegeform der Federbeinaufnahme aus Fig. 10 nach einem zweiten Biegeschritt,

Fig. 12 die Biegeform der Federbeinaufnahme aus Fig. 11 nach einem dritten Biegeschritt,

Fig. 13 die fertiggebogene Federbeinaufnahme aus Fig. 10 nach dem vierten Biegeschritt,

Fig. 14 die Federbeinaufnahme aus Fig. 13 nach Abplattung und Lochung.

In Fig. 1 ist ein hinterer Teil eines Fahrwerkrahmens 1 eines Kraftfahrzeuges, insbesondere eines Geländewagens dargestellt, wobei der hintere Teil zwei parallel verlaufende und in der Horizontalebene voneinander beabstandete Längsträgerhohlprofile 2,3, ein rohrförmiges Querträgerhohlprofil 4, eine hohlprofilartige Quertraverse 5 zur Aufnahme einer Hinterachse, eines Differentials sowie eines Querlenkers, sowie Karosserieaufnahmen 6, 24 des Rahmens 1 als auch Lageraufnahmen 19 von Längslenkern beinhaltet.

Das Hohlprofil 4 für den hinteren Querträger ist als Rohling als Rohr ausgebildet und kann in seiner Endform durch Innenhochdruckumformen an Bauraumbedingungen oder funktionelle Anforderungen angepasst gegenüber seiner Rohlingsform aufgeweitet sein. Ebenfalls ist die hinsichtlich der Erstellung des Gesamtrahmens 1 verfahrenstechnisch einfache und kostensparende Belassung des Hohlprofiles 4 in der Rohlingsform denkbar.

Die breitflächige hohle Quertraverse 5 wird aus einem Ovalrohr geformt. Das Ovalrohr wird in ein geteiltes Innenhochdruck-Umformwerkzeug eingelegt und eine Längsseite 9 des Ovalrohres nach Schließen des Umformwerkzeuges mittels eines in das Umformwerkzeug integrierten Stempels im Mittenbereich 67 über die gesamte Längserstreckung des Ovalrohres hinweg so weit eingedrückt wird, dass die beiden parallel und geradlinig verlaufenden Längsseiten 9 und 10 des unverformten Ovalrohres aneinander zur Anlage kommen. Dadurch werden zwei - in Breitenrichtung gesehen - die Wölbungen des Ovalrohres beinhaltende endseitige Hohlräume 11 und 12 gebildet, die durch eine Rinne 13, die die eingedrückte Längsseite 9 als Grund aufweist, beabstandet sind. Alsdann werden die Hohlräume 11 und 12 von Axialstempeln verschlossen, mittels derer Hochdruckflüssigkeit in das Innere der Hohlräume 11,12 einleitbar

ist. Während der Eindrückstempel in seiner Eindrücklage verharrt, werden die Hohlräume 11,12 bei somit bleibender Anlage der Längsseiten 9,10 aneinander unter Innenhochdruck gesetzt, wonach sich diese entsprechend der Gravur des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges und der Stempelkontur zu parallel verlaufenden Rohren 68 mit nahezu kreisförmigem Querschnitt aufweitend verformen. Nach Entspannung der Druckflüssigkeit und Rückziehen des Stempels sowie anschließender Öffnung des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges ist diesem eine Quertraverse 5 entnehmbar, welche aufgrund der zylinderrohrähnlichen Gestaltung an beiden Breitenenden 69 hohe Biegesteifigkeit und durch die einstückige Verbindung der Enden 69 mittels eines von den Längsseiten 9,10 des Ovalrohres gebildeten Steges in Form einer Blechdoppellage eine sehr große Torsionssteifigkeit aufweist.

Ebenso ist denkbar, den Stempel durch eine entsprechende Gestaltung der Gravur des Umformwerkzeuges zu ersetzen, so dass das Ovalrohr durch den Schließvorgang des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges an seiner Längsseite 9 eingedrückt wird. Dies hat die Vereinfachung des gesamten Werkzeuges und der Prozesssteuerung zum Hintergrund. Des weiteren ist auch denkbar, das Eindrücken unter Innenhochdruck abfolgen zu lassen. Dies kann unter Umständen die Prozesssicherheit verbessern, da das Rohrmaterial beim Eindrücken schon fließfähig ist und damit leichter umgeformt werden kann. Da jedoch aufgrund der erforderlichen Dichtstempel die Längsenden des Ovalrohres nicht eingedrückt werden können, muss das Ovalrohr in einem nachträglichen Beschnittvorgang beidseitig gekürzt werden, was Aufwand und Kosten zur Herstellung der Quertraverse 5 unerwünscht erhöht.

Weiterhin muss das Ovalrohr nicht zwangsläufig nur an einer Längsseite 9 eingedrückt werden, sondern kann auch von einem zweiten Stempel an seiner Längsseite 10 gleichzeitig oder zeitlich versetzt zum Eindrücken der Längsseite 9 erfolgen. Danach liegt der von der Doppelblechlage gebildete Steg zu-

mindest annähernd in der Achsenebene der Längsachsen 70 der beiden Hohlräume 11 und 12. Schließlich werden im zusammengepressten Mittenbereich 67 der Längsseiten 9,10 die Hinterachsaufnahmen 14, die Befestigungsaufnahmen 16 für das Differential (hier nicht gezeigt) sowie bei der in Fig. 2 gezeigten zur Traverse 5 formgleich ausgebildeten Quertraverse 15 die Befestigungslöcher 8 zur Halterung des Getriebes (siehe Fig. 4) in einfacher Weise ausgestanzt oder spanend erzeugt. Hierbei ist es möglich, den Stanzvorgang innerhalb des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges mit oder ohne Innenhochdruck erfolgen zu lassen, was bezüglich der Einsparung einer neuerlichen Einspannung und der exakten Reproduzierbarkeit der Stelle der Aufnahmen Vorteile erbringt.

Des weiteren ist noch denkbar, eine weitere Versteifungserhöhung durch die Einbringung von diagonal, vorzugsweise kreuzweise über die Doppelblechlage verlaufenden Sicken mittels im Innenhochdruck-Umformwerkzeug integrierter Prägestempel zu erreichen. Abschließend kann noch eine Halterung 17 an der Quertraverse 5 für den Querlenker angebracht werden.

Die Längsträgerhohlprofile 2,3 werden mittels Innenhochdruckumformen bezüglich der Größe und Form ihres Querschnittes aufgeweitet - beispielsweise wie hier von einem rohrförmigen Rohling mit kreisförmigen Querschnitt in eine Endform mit Rechtecksquerschnitt - und dadurch den Bauraumbedingungen angepasst. Um die Umformgrade dabei nicht allzu groß werden zu lassen, können dem Innenhochdruckumformprozess mechanische Umformprozesse, beispielsweise Biegeumformungen und/oder Quetschungen des Hohlprofiles 2,3 vorangegangen sein. Im gleichen Zuge zur innenhochdruckgestützten Gestaltung der Querschnittsform und -größe werden mittels Ausüben des fluidischen Innenhochdruckes wulstartige Nebenformelemente seitlich nach außen, d.h. auf der vom jeweils anderen Längsträgerhohlprofil 2,3 abgewandten Seite aus dem Längsträgerhohlprofil 2,3 heraus ausgeformt (insbesondere Fig. 5 und 6). Diese Nebenformelemente, die sowohl beim hinteren als auch

beim vorderen Teil des Fahrwerkrahmens 1 ausgebildet sind, liegen im hinteren Teil zum einen nach oben zum Querträger 4 unmittelbar benachbart und zum anderen auf querträgerabgewandter Seite der Quertraverse 5 sowie in der Nähe des zum vorderen Teil des Fahrwerkrahmens 1 weisenden Endes 18 des Längsträgerhohlprofiles 2,3. Die an diesem Ende 18 ausgebildeten Nebenformelemente bilden Lageraufnahmen 19 von Längslenkern, wobei die Aufnahme Löcher 20 anschließend in Normalenrichtung oder horizontal unter schrägem Winkel zur Außenseite 21 des Längsträgerhohlprofiles 2,3 erzeugt werden. Die anderen erwähnten Nebenformelemente, die die Seitenkante 22 der Oberseite 23 des jeweiligen Hohlprofiles 2,3 beinhalten und dort quasi eine flächige Ausweitung der Oberseite 23 darstellen, werden vertikal gelocht und bilden Karosserieaufnahmen 24 des Rahmens 1.

Eine Variante zu der Ausbildung des Nebenformelementes der Fig. 5, also der Karosserieaufnahmen 24 zeigen die Fig. 7 und 8. Zu deren Herstellung gibt es mehrere Möglichkeiten. Zum einen ist es denkbar, zuerst - wie bisher gewohnt - das Nebenformelement in einem ersten Innenhochdruck-Umformwerkzeug auszuformen, und dann in einem zweiten hinsichtlich der Gravur an der Stelle des Nebenformelementes vom ersten verschiedenen Innenhochdruck-Umformwerkzeug durch Schließen dieses Werkzeuges das Nebenformelement unter Bildung einer radial abstehenden Blechfalte 25 flach gequetscht wird, wonach durch die Quetschung entstehende faltige Ausstrahlungen oder Eindrückungen im Blech des Hohlprofiles 2,3 durch Erzeugen eines Innenhochdruckes im Hohlprofil 2,3 egalisiert werden. Während Fig. 7 die Endform darstellt, zeigt Fig. 8 den Zustand des Hohlprofiles 2,3 nach der Quetschung und vor der Kompensation der Eindrückungen. Zum anderen ist denkbar, nach der Ausbildung des Nebenformelementes durch in das Umformwerkzeug integrierte Stempel das Nebenformelement in vertikaler Richtung derart zu beaufschlagen, dass die angesprochene Blechfalte 25 entsteht. Mit dieser Möglichkeit lässt sich ein bauraumeinnehmendes kostenintensives Innenhochdruck-Umformwerkzeug ein-

sparen und die Drucksteuerung vereinfachen, da der für die Ausbildung der Nebenformelemente aufgebrauchte Innenhochdruck bestehen bleiben kann. Allerdings ist eine zusätzliche Steuerung hinsichtlich der Bewegung der Stempel erforderlich.

Des weiteren besteht die Möglichkeit, die Blechfalte 25 außerhalb eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges zu quetschen. Im Anschluss an die Ausbildung der Blechfalte 25 erfolgen die vertikalen Lochungen der Karosserieaufnahmen 24. Dies kann - wie auch bei den Lageraufnahmen 19 der Längslenker - mittels in das Innenhochdruckumformwerkzeug integrierter Lochstempel geschehen. Aufgrund der Blechfalte 25, bei der die beiden Faltenwandungen 26 und 27 eng aneinander liegen, ist hierbei eine Durchstanzung unter dem Aspekt der Gewährleistung der Formtreue der Karosserieaufnahme 24 besonders einfach und vorteilhaft.

Obwohl der Querträger 4 und die Quertraverse 5 entsprechend des vorderen Querträgers 41 und der Quertraverse 15 des vorderen Rahmenteils mit bekannten Mitteln, wie durch Schweißen, Kleben, Verschrauben, Nieten an den länglichen rohrförmigen Längsträgerhohlprofilen 2,3 bzw. 39 und 40 lösbar oder unlösbar angebracht werden können, wird in diesem Ausführungsbeispiel ein gänzlich anderer vorteilhafter Weg beschritten.

Wesentlich dabei ist, dass die Längsträgerhohlprofile 2,3 in einen unteren und einen oberen Hohlprofilstrang 28,29 gedoppelt werden, so dass unter enger Aneinanderlage der beiden Stränge 28,29 jeweils ein Doppelkammerhohlprofil gebildet wird, was die Biegesteifigkeit der Längsträger erheblich erhöht. Die Doppelung kommt hier dadurch zustande, dass das jeweilige ursprünglich einsträngige Längsträgerhohlprofil 2,3 um eine querverlaufende Horizontalachse um 180° zu sich zurück gebogen wird, bis die beiden dadurch entstehenden Hohlprofilstränge 28,29 aufeinander zu liegen kommen. Die Ausgangslänge des verwandten Längsträgerhohlprofiles 2,3 muss dazu natürlich für eine sinnvolle Verwendung im Fahrzeugbau

verdoppelt werden. Die Biegekante 30 bildet nun das eine Ende des Längsträgers.

Es ist nun zum einen möglich, den Querträger 4 und die Quertraverse 5 auf die eine Hälfte des Längsträgerhohlprofils 2,3 zu legen und beim Zurückbiegen diese zangenartig von den beiden Strängen 28 und 29 einzuklemmen. Hierbei ergeben sich geknautschte Verformungen des Querträgers 4, der Quertraverse 5 und des Längsträgerhohlprofils 2,3. Unter Ausübung eines Innenhochdruckes im Längsträgerhohlprofil 2,3 können diese unerwünschten Verformungen egalisiert werden, so dass das Hohlprofil 2,3 an die verformten Konturen des Querträgers 4 und der Quertraverse 5 angepasst sind. Der für diese Anpassung aufzubringende Druck ist so zu wählen, dass der Querträger 4 und die Quertraverse 5 in einem Presssitz von den Strängen 28,29 des Längsträgers fest und unlösbar umschlossen sind. Während der Innenhochdruck-Umformung des Längsträgerhohlprofils 2,3, bei der gleichzeitig auch die Nebenformelemente für die Karosserieaufnahmen 24 und die Lageraufnahmen 19 für die Längslenker ausgeformt werden können, wird ein fluidischer Gegendruck in der Quertraverse 5 und in dem Querträger 4 aufgebaut, der bewirkt, dass der Umformungsdruck in den Längsträgerhohlprofilen 2,3 nicht auch auf die Quertraverse 5 und den Querträger 4 unerwünscht verformend oder gar zerstörend übergreift. Die Quertraverse 5 und der Querträger 4 bleiben in dieser Variante auf jeden Fall knautschverformt. Vorteilhaft bei dieser Herstellung der Verbindung zwischen den Längsträgerhohlprofilen 2,3 und dem Querträger 4 sowie der Quertraverse 5 ist, dass zusätzlich zu dem erzielten Presssitz eine innige Verbindung der besagten Komponenten durch Formschlussbildung aufgrund der durch Innenhochdruck formentsprechend ineinandergreifenden geknautschten Konturen der Komponenten zustande kommt, was zu einer erheblichen Erhöhung der Festigkeit der Verbindung führt. Es können jedoch bei der Knautschung der Verbindungsteile (Quertraverse 5, Querträger 4 und Längsträgerhohlprofil 2,3) Beschädigungen an diesen Teilen wie Rissen usw. entste-

hen, die aufgrund der dadurch mangelnden Zuverlässigkeit der Teile im Betrieb und somit der Gefährdung der Betriebssicherheit zu Ausschussteilen führen. Dies hätte einen verstärkten Aufwand in der Qualitätskontrolle zur Konsequenz.

Zum anderen ist es möglich, in die Längsträgerhohlprofile 2,3 vor der Biegeumformung in den an die Biegekante 30 beiderseits mittelbar angrenzenden Bereiche des Längsträgerhohlprofiles 2,3 mechanisch mittels eines Stempels oder in einem Innenhochdruck-Umformwerkzeug durch Innenhochdruckumformen des Längsträgerhohlprofiles 2,3 Vertiefungen 31, 32, 33 und 34 einzubringen, in die der Querträger 4 und die Quertraverse 5 eingelegt werden. Nach dem Biegevorgang sind diese ebenfalls wie in der vorangegangenen Variante umfänglich umschlossen, bleiben jedoch hinsichtlich Knautschungen unverformt, da die Vertiefungen 31-34 in ihrer Tiefe und Kontur auf die Abmessungen des Querträgers 4 und der Quertraverse 5 mit Spiel abgestimmt sind. Nach der Einschließung des Querträgers 4 und der Quertraverse 5 zwischen den Hohlprofilsträngen 28,29 werden die Längsträgerhohlprofile 2,3 mit einem fluidischen Innenhochdruck aufweitend derart beaufschlagt, dass sich einerseits ein unverrückbarer Presssitz des Längsträgerhohlprofiles 2,3 am Querträger 4 und an der Quertraverse 5 ergibt und andererseits die Karosserieaufnahmen 24 und die Längslenker-Lageraufnahmen 19 ausgeformt werden. Dabei werden sowohl Querträger 4 als auch die röhrenförmigen Hohlräume 11, 12 der Quertraverse 5 mit einem fluidischen Gegendruck beaufschlagt, der ein Zusammendrücken der Quertraverse 5 und des Querträgers 4 durch den Innenhochdruck in den Längsträgerhohlprofilen 2,3 verhindert.

Alternativ ist es auch denkbar, den Presssitz durch Innenhochdruck in den Hohlräumen der Quertraverse 5 bzw. im Querträger 4 zu erreichen, wobei an der Stelle der von den Vertiefungen 31-34 der Längsträgerhohlprofile 2,3 gebildeten Durchführungen die Quertraverse 5 bzw. der Querträger 4 lokal aufgeweitet wird. Dabei muss in beiden Strängen 28,29 des

Längsträgerhohlprofils 2,3 ein verformungshindernder Gegendruck herrschen, der geringer ist als der Innenhochdruck innerhalb der Hohlräume 11,12. Die Druckdifferenz sollte derart sein, dass eine Aufweitung der Hohlräume 1,12 erfolgt, die nach beendigem Prozess zu einer den Presssitz erzeugenden Rückfederung des Materials der Hohlprofilstränge 28,29 führt. Dieser kann - bei gleichzeitig entsprechender großer Höhe des Innenhochdruckes in der Quertraverse 5 - jedoch so groß sein, dass im oberen Hohlprofilstrang 28 die Karosserieaufnahmen 24 und die Lageraufnahmen 19 ausgeformt werden. Desgleichen ist es dabei denkbar, diese Aufnahmen 24 und 19 schon vor der Biegeumformung des Längsträgerhohlprofils 2,3 durch Innenhochdruckumformen auszubilden. Auf alle Fälle dürfen die Lochungen der Aufnahmen 19 und 24 erst nach der Verbindung der Quertraverse 5 und des Querträgers 4 mit den Längsträgerhohlprofilen 2,3 aus Dichtigkeitsgründen erfolgen. Die Endabschnitte 35 und 36 des Querträgers 4 und die Hinterachsaufnahmen 14 der Quertraverse 5 ragen nun durch die aufeinanderliegenden Hohlprofilstränge 28,29 des Längsträgers hindurch.

Auf jeden Fall kommt zur Erreichung einer unlösbaren Verbindung der Längsträgerhohlprofile 2,3 mit der Quertraverse 5 zur Hilfe, dass durch die Ausgestaltung der Quertraverse 5 (Doppel-Rohrprofil mit beabstandender Doppelblechlage) im Zuge der Aufweitung der Längsträgerhohlprofile 2,3 mittels Innenhochdruck die Quertraverse 5 formschlüssig eingefasst wird.

Die aufeinanderliegenden Hohlprofilstränge 28 und 29 können zur Gewährleistung der Stabilität der Längsträger gegenüber quer angreifenden die beiden Hohlprofilstränge 28 und 29 auseinanderstreichenden Kräften Formschluss- und Gegenformschlusselemente nach Art von Vertiefungen und formentsprechenden Erhebungen beispielsweise in Form von Rippen 37 und entsprechenden Rinnen 38 gemäß Fig. 9 mit hinterschneidungsfreiem, hier beispielsweise trapezförmigem Querschnitt aufweisen. Die

Rinnen 38 können vor dem Biegevorgang um 180° des Längsträgerhohlprofiles 2,3 durch einen Prägevorgang hergestellt oder in verfahrensökonomischer Weise in dem Umformvorgang zur Erzeugung des Rechtecksquerschnittes der Längsträgerhohlprofile 2,3 durch Innenhochdruck beim Schließen des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges oder durch einen oder mehrere in das Umformwerkzeug integrierte Stempel ausgebildet werden. Die Rippen 37 und die gewünschte genaue Kontur der Rinnen 38 können dann im Zuge dieser Innenhochdruckumformung ausgeformt werden. Bei dem oben erwähnten Biegevorgang greift in der Annäherungsbewegung der Hohlprofilstränge 28,29 die Rippe 37 dann in die formnegative Rinne 38 ein.

Es ist auch denkbar, nach dem Biegevorgang bei Anlage der beiden Hohlprofilstränge 28,29 aneinander im Zuge der Herstellung des Presssitzes durch Innenhochdruckumformen die Rippe 37 aus dem vertiefungsfreien Hohlprofilstrang 28 in die im unteren Hohlprofilstrang 29 ausgebildeten Rinne 38 hineingeformt werden, was zum einen zum Vorteil hat, dass keine präzise und damit aufwendige Annäherung der Hohlprofilstränge 28,29 vonnöten ist, um einen Formschluss zu erreichen, und zum anderen, dass ein ohnehin erforderliches Verfahren zur Festsetzung der Quertraverse 5 und des Querträgers 4 verfahrensökonomisch gleichzeitig genutzt werden kann. Letzten Endes werden die beiden Hohlprofilstränge 28 und 29 unlösbar aneinandergesetzt, beispielsweise durch Schweißen in der Trennfuge 60, insbesondere Laserschweißen, WIG-Impuls- oder Plasma-Impulsschweißen. Kleben ist ebenfalls möglich, wobei die Unterseite des oberen Hohlprofilstranges 28 und/oder die Oberseite des unteren Hohlprofilstranges 29 mit einem Kleber beschichtet wird. Ebenfalls ist die Belotung dieser Flächen denkbar, wonach jeder Teil des Fahrwerkrahmens 1 oder der Rahmen 1 als Ganzes einer Hitzebehandlung in einem Ofen unterzogen werden muss.

In Fig. 2 ist der vordere Teil des Fahrwerkrahmens 1 dargestellt, welcher Teil zwei parallel verlaufende und in der Ho-

horizontal Ebene voneinander beabstandete Längsträgerhohlprofile 39,40, die Quertraverse 15 mit den Befestigungslöchern 8 zur Halterung des Getriebes, einen vorderen Querträger 41, Karosserieaufnahmen 7 und 42, Lageraufnahmen 43 für den Längslenker sowie eine Federbeinaufnahme 44 beinhaltet.

Ähnlich zum hinteren Teil des Fahrwerkrahmens 1 ist der vordere Teil gefertigt, wobei allerdings die Quertraverse 15 im Bereich der zum hinteren Teil weisenden offenen Enden 45,66 der Längsträger angeordnet ist. In dessen Anschluss folgen zum Querträger 41 hin, der zusammen mit endseitigen Karosserieaufnahmen 7 der Längsträger im Bereich der Biegekante 46 der um 180° auf sich zurückgebogenen Längsträgerhohlprofile 39,40 die vordere Abschlusskomponente des Fahrwerkrahmens 1 bildet, die Lageraufnahmen 43 für den Längslenker, weitere Karosserieaufnahmen 42 und dann - in einem in Höhenrichtung gekröpften Abschnitt 47 die Federbeinaufnahme 44. Obwohl der Abschnitt 47 bei einigen Fahrzeugen, wie bei Lastkraftwagen nicht unbedingt gekröpft sein muss, ist diese für nicht-selbsttragende Aufbaustrukturen, beispielsweise bei Geländewagen unabdingbar. Die Kröpfung kann im ersten Innenhochdruckumformvorgang bei der Profilierung der ursprünglich geradlinig verlaufenden Längsträgerhohlprofile 39,40 beim Schließen des formentsprechend ausgebildeten Umformwerkzeuges gebildet werden. Im übrigen können die Quertraversen 15 und 5 gegenüber dem gezeigten Ausführungsbeispiel derart in Längslage des Rahmens 1 verschoben angeordnet sein, dass hinsichtlich eines Seitenaufpralls ein optimaler Schutz für die Fahrzeuginsassen gegeben ist.

Die Herstellung jeder Federbeinaufnahme 44 kann vor oder nach dem ersten Innenhochdruck-Umformvorgang erfolgen, wobei sie einstückig aus jedem Längsträgerhohlprofil 39,40 gebildet oder zweistückig gefertigt werden kann. Der sich an die Kröpfungsstufe 49 zum vorderen Querträger 41 hin anschließende Abschnitt 50 des jeweiligen Hohlprofiles 39,40 wird in beiden Fällen um eine die Mittenlängsachse 51 des Hohlprofiles 39,40

bzw. - in diesem Ausführungsbeispiel - des oberen Hohlprofilstranges 61 in einem Winkel von etwa 45° schneidende, aus Fig. 3 ersichtliche Horizontalachse 52 um einen Winkel von mindestens 90° nach oben gebogen, so dass der Abschnitt 50 in dem jeweils anderen Hohlprofil 39,40 abgewandter Richtung und bezüglich des Richtungsverlaufes des restlichen Hohlprofiles 39,40 radial nach außen absteht. Das Hohlprofil 39,40 steht also dort bezüglich seines im wesentlichen geradlinigen Richtungsverlaufes außerhalb der Federbeinaufnahme 44 seitlich über. Nach dieser Biegeoperation wird der seitliche Überstand nach einem bestimmten Höhenversatz zum außerhalb der Federbeinaufnahme 44 verlaufenden Hohlprofil 39,40 in eine Horizontalebene nach außenweisend abgewinkelt und abgeplattet. An diese so gebildete eine Hälfte der Federbeinaufnahme 44 schließend wird zur Bildung der anderen Hälfte der Federbeinaufnahme 44 das Hohlprofil 39,40 selbst bzw. bei zweistückiger Ausführung des Hohlprofiles 39,40 der zweite Teil des Hohlprofiles spiegelverkehrt zu dieser Hälfte gebogen, in gleicher Richtung abgewinkelt und abgeplattet.

Bei der Verwendung eines zweistückigen Längsträgerhohlprofiles 39,40 gemäß der Fig. 2 und 3 sind die zusammenhängenden Hohlprofilstränge 28,29 des hinteren Teils des Fahrwerkrahmens 1 hier selbständige Bauteile für sich. Diese werden nun von einem oberen kürzeren Hohlprofilstrang 61, der die durch Innenhochdruck ausgeformte quertraversennahe Karosserieaufnahme 42 und die Lageraufnahme 43 für den Längslenker aufweist sowie mit seinem querträgernahen Ende 62 eine Hälfte der Federbeinaufnahme 44 bildet, und von einem im wesentlichen unten verlaufenden längeren Hohlprofilstrang 63 gebildet, der im Bereich des Querträgers 41 um 180° zu sich zurückgebogen ist und auf das Ende 62 des oberen Hohlprofilstranges 61 zuläuft, wobei das dortige Ende 64 des Stranges 63 die andere Hälfte der Federbeinaufnahme 44 bildet und wobei am Strang 63 im Bereich des Querträgers 41 die vordere Karosserieaufnahme 42 mittels Innenhochdruck ausgeformt ist. Die parallelen in Querrichtung zur Längsachse 51 des jeweili-

gen nicht zur Federbeinaufnahme 44 gehörigen nebenliegenden Teils 48 des Hohlprofilsstranges 61 und 63 schräg nach oben und außen weisenden und über diesen im wesentlichen geradlinig und in horizontaler Ebene verlaufenden Teil 48 des Stranges 61, 63 überstehenden Enden 62 und 64 der Hohlprofilstränge 61 und 63 werden nun ab einem bestimmten gewünschten Höhenversatz zu der besagten horizontalen Ebene so nach außen abklappend umgebogen, dass die Enden 62 und 64 parallel zu dieser Ebene weiterverlaufen.

Des weiteren werden die abgeklappten Enden 62 und 64 abgeplattet und zur Bildung der Durchführung 71 der Federbeinaufnahme 44 gelocht. Vor dem Lochen kann die Abplattung 65 endseitig im rechten Winkel nach unten gebogen werden, so dass die Abplattung 65 ein biegesteifes U-Profil ergibt. Abschließend - jedoch vor dem Lochvorgang, der vorteilhafter Weise durch Stanzen bewerkstelligt werden kann - werden die abgeplatteten Enden 62 und 64 an ihrer Stoßstelle miteinander unlösbar verbunden, vorzugsweise verschweißt. Nach der so ausgebildeten Federbeinaufnahme 44 können deren Enden 62 und 64 durch Innenhochdruckumformen im nach oben gebogenen Bereich zu Holmen mit grob angenähert kreisförmigem Querschnitt aufgeweitet werden, wodurch die Torsions- und Biegesteifigkeit der Federbeinaufnahme 44 weiter erhöht wird. Zur Realisierung eines derart aufgeweiteten Endes 64 des Hohlprofilstranges 63 muss an diesem zwischen der Biegekante 46 des Längsträgerhohlprofiles 39,40 und dem Ende 64 der Federbeinaufnahme 44 eine Anschlussöffnung zur Einleitung des Druckfluids vorgesehen sein, da die Biegekante 46 des Längsträgerhohlprofiles 39,40 relativ scharf ist und somit eine Druckbeaufschlagung des Endes 64 vom dem hinteren Teil des Fahrwerkrahmens 1 zugewandten Ende 66 des unteren Stranges 63 her nicht möglich ist.

Im Falle eines einstückigen Längsträgerhohlprofiles 39,40, dessen Herstellung hinsichtlich der Federbeinaufnahme 44 im folgenden durch die Fig. 10-14 begleitet beschrieben wird,

wird der radial abstehende Abschnitt 50 nun um eine weitere zur Horizontalachse 52 in Höhenrichtung beabstandete Parallelachse 53 um etwa 90° nach vorne - parallel zur Längsrichtung des Längsträgerhohlprofils 39,40 - gebogen, so dass ein Teilabschnitt 54 des Abschnittes 50 etwa parallel zur Längserstreckung des sich an die Federbeinaufnahme 44 anschließen- den restlichen Hohlprofiles 39,40 jedoch mit Höhen- und Seitenversatz dazu liegt. Eine Hälfte der Federbeinaufnahme 44 erstreckt sich dabei vom geradlinigen quertraversennahen Abschnitt 48 aus am Fuße des hochgebogenen Bereiches des Abschnittes 50 bis zur Mitte des Teilabschnittes 54. Die andere Hälfte der Federbeinaufnahme 44 schließt direkt an und erstreckt sich von dieser Mitte bis zum Fuße des heruntergebogenen Bereiches des geradlinigen querträgernahen Abschnittes 48.

Danach erfolgen zu diesen Biegevorgängen spiegelbildliche Biegeschritte. Im Anschluss an den Teilabschnitt 54 wird nämlich der Abschnitt 50 um eine zur Parallelachse 53 auf gleicher Höhe, jedoch unter einem Winkel von etwa 90° zu dieser liegende ebenfalls horizontale Achse 55 um etwa 90° nach unten und zurück gebogen, so dass das Ende des Hohlprofiles 39,40 radial einwärts zum jeweils anderen Hohlprofil 39,40 zeigend steht. Schließlich wird der Abschnitt 50 in der weiteren Folge um eine zur horizontalen Achse 55 parallele Achse 56, die in Höhenrichtung von dieser entsprechend der Relativlage der Horizontalachse 52 zur Parallelachse 53 beabstandet ist, um mindestens 90° nach vorne gebogen, so dass das dem vorderen Querträger 41 zugewandte Ende 57 des Abschnittes 50 in etwa mit dem Teil 48 des Hohlprofiles 39,40 vor der Federbeinaufnahme 44 fluchtet. Danach wird nun der radial über den restlichen Längsverlauf des Hohlprofiles 39,40 überstehende Teilabschnitt 54 abgeplattet.

Anschließend wird das Längsträgerhohlprofil 39,40 in ein Innenhochdruckumformwerkzeug eingelegt und unter Beibehaltung der Abplattung 65 durch Ausüben eines Innenhochdruckes beide-

rends des Längsträgerhohlprofiles 39,40 aufgeweitet. Hierbei kann gleichzeitig die vorab erwähnte Formgebung des Querschnittes des ursprünglich mit kreisrundem Querschnitt versehenen Längsträgers und die Ausbildung der Karosserieaufnahmen 42 und der Lageraufnahmen 43 für die Längslenker erfolgen. In besonders vorteilhafter Weise werden bei diesem Innenhochdruckumformvorgang die Querschnitte der durch die Biegevorgänge ausgebildeten, den Höhenversatz zum restlichen Längsträgerhohlprofil 39,40 erbringenden beiden Holme 58,59 der Federbeinaufnahme 44, die beim Biegen stark geknautscht werden, in grober Annäherung wieder kreisförmig ausgeformt. Dadurch wird der Federbeinaufnahme 44 ein besonders hohes Maß an Biegesteifigkeit verliehen. Abschließend werden die Federbeinaufnahmen 44 an ihrer Abplattung 65, genauso wie die Lageraufnahmen 43 und die Karosserieaufnahmen 42 mittels in das Innenhochdruckumformwerkzeug, in dem die Längsträgerhohlprofile 39,40 innenhochdruckumgeformt werden, integrierter Lochstempel verfahrensökonomisch in einem Arbeitsgang gelocht, wobei die Durchführung 71 der Federbeinaufnahme 44 entsteht. Erst danach erfolgt die Biegung des Längsträgerhohlprofiles 39,40 um 180° unter Erzeugung der Biegekante 46.

Mit der beschriebenen Biegetechnik ist es möglich, auch die vom eigentlichen Verlauf der Längsträgerhohlprofile 39,40 stark höhen- und seitenversetzte komplex ausgebildete Federbeinaufnahme 44 in das jeweilige Längsträgerhohlprofil 39,40 einstückig zu integrieren und Umformgrade mit geringstmöglichem Material- und Fügeaufwand darzustellen, die mittels der Innenhochdruckumformtechnik allein nicht realisierbar sind. Aufgrund des Doppelkammerprofiles der Längsträger wird eine etwaige Schwächung des Längsträgerhohlprofiles 39,40 am Ort der Federbeinaufnahme 44 in der Biegesteifigkeit in vertikaler Richtung durch den unten verlaufenden, weitgehend unverformt gebliebenen ungeschwächten Hohlprofilstrang 63 kompensiert. Die Duktilität des Hohlprofilmaterials und damit der Biegsamkeit bzw. der Verformbarkeit des Hohlprofiles 39,40

bei der Ausbildung der Federbeinaufnahme 44 kann bei Verwendung von Stahl durch Zwischenglühen zwischen den einzelnen Biegeschritten verbessert werden. Bei der Verwendung von Aluminium und anderen Werkstoffen mit erheblich niedrigerem Schmelzpunkt kann dies durch andere, insbesondere lokal auf den zu biegenden konzentrierte Wärmebehandlungsarten geschehen.

Es sei hier noch einmal betont, dass einer der wesentlichen Integrationsschritte zur Verringerung der Bauteilevielfalt die Herstellung der Federbeinaufnahmen aus dem Längsträgerhohlprofil durch die besondere Biegetechnik ist, mit der das Längsträgerhohlprofil umgeformt wird. Durch die damit erreichte einstückige Ausbildung entfallen zum einen aufwendige Fügeoperationen einer separaten Aufnahmekonsole an dem Längsträger, die immer Stabilitätsschwachstellen der Rahmenkonstruktion insbesondere bei hohen mechanischen Belastungen darstellen und funktionsvermindernder Korrosion und Fügemängeln ausgesetzt sind. Gleichzeitig wird durch die Einstückigkeit eine Verbesserung der Torsionssteifigkeit erzielt. Des weiteren wird durch die im Längsträger am Ort der Federbeinaufnahme durch den mehrfachen Biegevorgang erzeugte extrem hohe Verspannung die Biege- und Torsionssteifigkeit der Federbeinaufnahme besonders stark erhöht. Durch die Anwendung der Innenhochdruckumformtechnik, bei der in diesem Falle der Längsträger aufgeweitet wird, wird der an den abgeplatteten Bereich der Federbeinaufnahme unmittelbar angrenzende durch die Verdrillung und Verbiegung mit Falten versehene Bereich zu einer annähernd runden faltenfreien Querschnittsform aufgeweitet, wodurch die Biegesteifigkeit weiter erhöht wird. Die Aufweitung erfolgt verfahrensökonomisch im Zuge der speziellen bauraumangepassten und präzisen Gestaltung der Querschnittsform und des Oberflächenverlaufes des Längsträgers, so dass es bei der Herstellung der faltenfreien Querschnittsform an der Federbeinaufnahme keines weiteren Umformschrittes bedarf. Durch die geschilderte Biegetechnik können an Hohlprofilen Formen mit hohen Umformgraden erzeugt werden, die

durch Innenhochdruckumformen mit der entsprechenden Aufweitungslänge - wenn überhaupt - zumindest nicht prozesssicher erzielt werden können. Dies betrifft besonders den dabei nun möglichen Einsatz von niedrigduktilen Leichtbauwerkstoffen, wie beispielsweise die meisten Aluminiumlegierungen, mit denen durch reines Innenhochdruckumformen nur geringe Umformgrade beim Aufweiten erzielt werden können, so dass auch vor diesem Hintergrund noch weiter an Gewicht bei der Herstellung des Rahmens 1 eingespart werden kann.

Sowohl bei der einstückigen als auch bei der zweistückigen Gestaltung der Längsträgerhohlprofile 39,40 werden die Hohlprofilstränge 61 und 63 wie die Hohlprofilstränge 28 und 29 des hinteren Teils des Fahrwerkrahmens 1 aneinander befestigt.

Nach erfolgter Ausbildung der zwei Teile des Fahrwerkrahmens 1 werden der vordere Teil und der hintere Teil mit den Enden 18 der Längsträgerhohlprofile 2,3 in die zum hinteren Teil weisenden offenen Enden 45,66 der Längsträgerhohlprofile 39,40 zusammengesteckt. Abschließend werden die Enden 18 mit den Enden 45,66 in der Stecklage miteinander verschweißt oder verklebt. Die Steckverbindung ist durch die Endenüberlappung der Längsträgerhohlprofile 2,3 und 39,40 aufgrund der dabei erzielten Wandungsverdopplung hinsichtlich des Crashverhaltens bei einem Seitencrash sehr vorteilhaft. Alternativ zu einer auch unter großem Kraftaufwand unlösbaren Befestigung der beiden Teile des Fahrwerkrahmens 1 aneinander ist es denkbar, die Enden der Längsträgerhohlprofile in Stecklage durch lokales Innenhochdruckumformen im Überlappungsbereich der Enden aneinander zu pressen und gemeinsam so aufzuweiten, dass eine doppelwandige Ausbeulung ausgeformt wird. Diese Ausbeulung besteht dann aus mindestens einem, vorzugsweise aufgrund von Stabilitäts- und Haltbarkeitsgründen des mechanisch hochbelasteten Rahmens 1 aus mehreren über den Umfang des Hohlprofilendes verteilten inneren Formschlusselement(en), das am jeweils eingesteckten Ende ausgebildet ist,

und aus jeweils einem zu diesem formnegativen äußeren Gegenformschlusselement, das am aufnehmenden Ende ausgebildet ist. Das innere Formschlusselement ist hierbei im Gegenformschlusselement vollkommen formschlüssig festgelegt. Zu diesem Innenhochdruckumformvorgang muss an demjenigen Längsträgerhohlprofil, das das einzusteckende Ende aufweist, eine Anschlussöffnung im Bereich des Endes vorgesehen sein, damit das Druckfluid in das Hohlprofil eingeleitet werden und somit die Druckbeaufschlagung erfolgen kann. Des weiteren ist es auch möglich, diese Formschlusselemente an den Enden schon auszuformen, bevor die Enden zusammengesteckt werden. Hierbei kann jegliche Ausbeul- oder Prägetechnik oder auch die Innenhochdruck-Umformtechnik angewandt werden. Die einander formentsprechenden Formschlusselemente müssen dann jedoch derart ausgebildet sein, dass im Rahmen der Elastizität des Hohlprofilmaterials des einzusteckenden Endes die Formschlusselemente beim Einstecken kurzfristig zurückgedrückt werden können und dann in die Gegenformschlusselemente des aufnehmenden Endes einrasten, wodurch der hintere Teil des Fahrwerkrahmens 1 am vorderen Teil in Längsrichtung und Umfangsrichtung verschiebe- und drehsicher arretiert ist. Schließlich ist es noch möglich, dass im aufnehmenden Ende das Gegenformschlusselement durch eine der oben genannten Techniken schon ausgebildet ist, wonach das andere Ende unverformt eingesteckt wird und erst dann mittels Innenhochdruckumformen das Formschlusselement in das bestehende Gegenformschlusselement hineingeformt wird. Die Formschluss- und Gegenformschlusselemente sind hinterschneidungsfrei auszubilden, so dass das jeweilige Hohlprofil nach der Umformung wieder aus dem Werkzeug verklemmungsfrei entnommen werden kann. Durch die Verbindung der Rahmenteile mittels derartiger Formschlusselementen verhält sich der Rahmen 1 gegenüber mechanischen Beanspruchungen, wie sie sich im Fahrbetrieb ergeben, ausreichend starr. Die beschriebene Verbindung ist neben ihrer einfachen Herstellung dahingehend vorteilhaft, dass bei Reparaturfällen mit erhöhtem Kraftaufwand die Verbindung durch Ausknöpfen der Formschlusselemente aus den Gegenformschlusselementen in re-

lativ einfacher Weise gelöst werden kann, so dass nur der Teil, bei dem ein Schaden aufgetreten ist, ausgewechselt werden muss, während der andere noch einsatzfähige Teil weiterverwandt werden kann.

Alternativ zum beschriebenen zweiteiligen Rahmen 1 ist auch eine einteilige Herstellung des Rahmens 1 denkbar. Hierbei wird jeweils ein mit etwa der doppelten Länge des Längsträgers im fertig hergestellten Rahmen 1 verlängertes Längsträgerhohlprofil verwandt und mittels der beschriebenen Biegetechnik die Federbeinaufnahme 44 ausgebildet, wonach die Karosserieaufnahmen und die Längslenkerlageraufnahmen mittels Innenhochdruck und die Vertiefungen für die spätere Aufnahme der Quertraversen und der Querträger ausgeformt werden. Dabei hat der Innenhochdruck auch Wirkung auf die Holmenausbildung der Federbeinaufnahme 44. Alsdann wird das Längsträgerhohlprofil nach Einlegen der Quertraversen und der Querträger in die Vertiefungen an den Stellen der Enden des künftigen Doppelkammerlängsträgers um 180° um eine horizontale Querachse zu sich zurückgebogen, so dass die beiden wie gehabt entstehenden Hohlprofilstränge aufeinander zu liegen kommen und die Quertraversen und Querträger dann umfänglich einfassen. Die Enden, die beispielsweise in der Federbeinaufnahme aufeinander zu laufen und entsprechend umgeformt deren beide Hälften bilden oder im unteren Hohlprofilstrang nebeneinander zu liegen kommen und zusammengesteckt werden, werden miteinander verschweißt oder in einer anderen Weise unlösbar miteinander verbunden. Anschließend werden dann - wie beim zweiteiligen Rahmen beschrieben - durch Beaufschlagung der Hohlräume der Quertraversen und der Querträger mittels Innenhochdruck durch den im Aufweiten erzeugten Presssitz und Formschluss in den Vertiefungen der Längsträgerhohlprofile festgesetzt. Bei der anderen Variante, bei der das jeweilige Längsträgerhohlprofil unter Beibehaltung der Kontur der Quertraversen und der Querträger aufgeweitet wird, um diese festzusetzen, ist zumindest ein Anschluss zur Einleitung des Druckfluids vorzusehen. Abschließend können - aufgrund von Dichtigkeitsüberlegungen -

dann erst die Abplattung der Federbeinaufnahme und die Lochen in den jeweiligen Aufnahmen hergestellt werden. Die einteilige Version des Rahmens 1 erfordert durch den Entfall der Fügetechniken beim Verbinden zweier Teile weniger Fertigungsaufwand und erbringt eine weitere Bauteilreduzierung bei der Fertigung des Rahmens 1. Außerdem weist er durch den nahezu unterbrechungslosen einstückigen Verlauf der in Doppelkammerart versteiften Längsträger eine besonders starre Beschaffenheit aus, was sich bei Frontal- und Offset-Crashes für den Personenschutz in der Fahrgastzelle positiv auszeichnen kann.

Es sei an dieser Stelle noch einmal betont, dass die Federbeinaufnahmen 44 auf mehrere Weise erfindungsgemäß ausgebildet werden können. Zum einen kann das Längsträgerhohlprofil 39,40 aus zwei separaten aneinander gereihten Einzelhohlprofilen gebildet sein, unabhängig davon, ob das Hohlprofil 39,40 einen Hohlprofilstrang oder mehrere aufeinanderliegende umfasst; nur der oberste Strang weist die Federbeinaufnahme 44 auf. Die Federbeinaufnahme 44 ist hier in zwei Hälften geteilt. Die eine Hälfte wird durch die Biegung und Abwinklung eines Endes des einen Einzelhohlprofils ausgeformt und die andere Hälfte wird durch Biegen des zugewandten Ende des anderen Einzelhohlprofils spiegelverkehrt zu der einen Hälfte und durch Abwinklung des gebogenen Endes des anderen Einzelhohlprofils in die gleiche Richtung ausgebildet. Danach werden die beiden Hälften fest miteinander verbunden, vorzugsweise verschweißt und/oder verklebt. Letztendlich wird der abgewinkelte Bereich abgeplattet und gelocht, wodurch die Federbeinaufnahme fertig ausgebildet ist.

Zum anderen kann das Längsträgerhohlprofil 39,40 aus jeweils zwei separaten aufeinanderliegenden Hohlprofilsträngen 61 und 63 zusammengesetzt sein und die Federbeinaufnahme 44 ebenfalls wie bei der oberen Variante aus zwei vorerst getrennten Hälften bestehen. Aus dem querträgernahen Ende 62 des Hohlprofilstranges 61 wird die eine Hälfte und aus einem auf die-

ses Ende 62 zulaufendes Ende 64 des im wesentlichen unten verlaufenden längeren und um 180° zu sich zurückgebogenen Hohlprofilstranges 63 die andere Hälfte der Federbeinaufnahme 44 gebildet. Der untere Hohlprofilstrang 63 bildet gewissermaßen durch seine Zurückbiegung um 180° einen Teil des oberen Stranges 61. Die beiden Enden 62 und 64 werden nun nach der erfindungsgemäßen zueinander spiegelverkehrten Biegung nach oben - wie gehabt - an diese anschließend um eine zur Längsachse des nicht zur Federbeinaufnahme 44 gehörigen nebenliegenden Teils des Längsträgerhohlprofils 39,40 parallelen Achse in die gleiche Richtung abgewinkelt. Danach werden die aneinanderliegenden Enden 62 und 64 an ihrer Stoßstelle unlösbar verbunden, vorzugsweise verschweißt. Das Abplatten und Lochen der Abwinklung kann vor oder nach dem Fügevorgang erfolgen.

Des weiteren kann die Federbeinaufnahme 44 des Rahmens 1 aus dem Längsträgerhohlprofil 39,40 einstückig geformt sein, wobei das Hohlprofil 39,40 aus einem einzigen Hohlprofilstrang besteht. Dabei wird Längsträgerhohlprofil 39,40 beiderends um 180° zurückgebogen, wobei anschließend dessen Enden um die Horizontalachse 52 unter Bildung jeweils einer Hälfte der Federbeinaufnahme 44 spiegelverkehrt zueinander gebogen und in gleicher Richtung abgewinkelt und daraufhin die seitlich aneinanderliegenden Hälften fest miteinander verbunden werden. Das Abplatten und Lochen der Abwinklung kann ebenfalls vor oder nach dem Fügevorgang erfolgen.

Weiterhin kann die Federbeinaufnahme 44 ohne Trennstoß der Hälften ausgebildet sein. Hierzu wird der radial abstehende Abschnitt 50 um eine weitere zur Horizontalachse 52 in Höhenrichtung beabstandete Parallelachse 53 um etwa 90° nach vorne gebogen, wonach dieser parallel zur Längsrichtung des Längsträgerhohlprofils 39,40 verläuft, so dass ein Teilabschnitt 54 des Abschnittes 50 etwa parallel zur Längserstreckung des sich an die Federbeinaufnahme 44 anschließenden restlichen

Längsträgerhohlprofiles 39,40 jedoch mit Höhen- und Seitenversatz dazu liegt. Die eine Hälfte der Federbeinaufnahme 44 erstreckt sich dabei bis zur Mitte des Teilabschnittes 54. Die Herstellung der anderen von der Mitte des Teilabschnittes 54 aus in Richtung des vorderen Querträgers 41 verlaufenden Hälfte der Federbeinaufnahme 44 erfolgt in einfacher Weise durch spiegelbildliches Weiterbiegen des Abschnittes 50 im Anschluss an den Teilabschnitt 54 gemäß den Fig. 12 und 13. Hernach erfolgt das Abplatten und Lochen des durch den speziellen Biegevorgang resultierenden abgewinkelten Bereiches.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Fahrzeugbauteils, insbesondere eines mit Federbeinaufnahmen (44) ausgestatteten Fahrwerkrahmens (1) eines Geländewagens, wobei längliche rohrförmige, parallel verlaufende und in der Horizontalebene voneinander beabstandete Längsträgerhohlprofile (2,3,39,40) am jeweiligen Längsträgerende miteinander durch rohrförmige Querträgerhohlprofile (4,41) unlösbar verbunden werden, wobei eine hohlprofilartige Quertraverse (5) zur Aufnahme einer Hinterachse, eines Differentials sowie eines Querlenkers und eine in Längsrichtung beabstandete hohlprofilartige Quertraverse (15) zur Halterung eines Getriebes zwischen den beiden endseitigen Querträgerhohlprofilen (4,41) befindlich an den Längsträgerhohlprofilen (2,3,39,40) befestigt werden, wobei die Längsträgerhohlprofile (2,3,39,40) mittels Innenhochdruckumformen bezüglich der Größe und Form ihres Querschnittes aufweitend umgeformt werden, wobei Karosserieaufnahmen (6,7,24,42) des Rahmens (1) durch Ausformen von Nebenformelementen mittels Ausüben eines fluidischen Innenhochdruck seitlich aus dem Längsträgerhohlprofil (2,3,39,40) heraus und anschließendes vertikales Lochen der Nebenformelemente gebildet werden, und wobei Lageraufnahmen (19,43) von Längslenkern als Nebenformelemente ebenfalls seitlich nach außen aus dem Längsträgerhohlprofil (2,3,39,40) mittels fluidischen Innenhochdruckes ausgeformt und anschließend gelocht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Karosserieaufnahme (6,7,24,42) in einem Innenhochdruck-Umformwerkzeug durch Schließen des Werkzeuges unter Bildung einer radial abstehenden Blechfalte (25) flach gequetscht wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Lochungen der Karosserieaufnahmen (6,7,24,42), der Lageraufnahmen (19,43) der Längslenker sowie der Federbeinaufnahmen (44) mittels in das Innenhochdruckumformwerkzeug, in dem die Längsträgerhohlprofile (2,3,39,40) innenhochdruckumgeformt werden, integrierter Lochstempel erfolgen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Längsträgerhohlprofile (2,3,39,40) gedoppelt werden, indem sie um eine querverlaufende Horizontalachse um 180° gebogen werden, so dass die beiden dadurch entstehenden Hohlprofilstränge (28,29,61,63) aufeinander zu liegen kommen, wobei am oben liegenden Hohlprofilstrang (28,61) sowohl die Karosserieaufnahmen (6,7,24,42) als auch die Lageraufnahmen (19,43) der Längslenker ausgebildet werden und die Biegekannten (30,46) die Enden der Längsträger des Rahmens (1) bilden.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass vor der Biegeumformung im an die Biegekannte (30,46) mittelbar angrenzenden Bereich des Längsträgerhohlprofiles (2,3,39,40) mechanisch mittels eines Stempels oder durch Innenhochdruckumformen des Längsträgerhohlprofiles (2,3,39,40) Vertiefungen (33,34) in dieses eingebracht werden, in die das jeweilige Querträgerhohlprofil (4,41) eingelegt wird und nach dem Biegevorgang umfänglich umschlossen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass vor der Biegeumformung im Bereich des Längsträgers, in dem die Quertraversen (5,15) angeordnet werden, Vertiefungen (31,32) in das Längsträgerhohlprofil (2,3,39,40) eingebracht werden, in die die jeweilige Quertraverse (5,15) eingelegt wird und nach dem Biegevorgang umfänglich umschlossen wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Quertraverse (5,15) aus einem Ovalrohr geformt wird, wobei zuerst mittels eines Stempels der Mittenbereich (67) zumindest einer Längsseite (9) des Ovalrohres so weit eingedrückt wird, dass die Längsseiten (9,10) aneinander zur Anlage kommen, wonach die entstehenden endseitigen Hohlräume (11,12) mittels Innenhochdruck unter bleibender Anlage der Längsseiten (9,10) aneinander zu parallel verlaufenden Rohren (68) mit annähernd kreisförmigem Querschnitt aufgeweitet werden, und wonach im Mittenbereich (67) der Längsseiten (9,10) die Hinterachsaufnahmen (14), die Löcher (16) der Befestigungsaufnahmen für das Differential sowie die Befestigungslöcher (8) zur Halterung des Getriebes ausgestanzt oder spanend erzeugt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass nach der Umfassung der Querträgerhohlprofile (4,41) und der Quertraversen (5,15) durch den Biegevorgang der Längsträgerhohlprofile (2,3,39,40) um 180° und nach der Befestigung der dadurch gebildeten Längsträgerhohlprofilstränge (28,29,61,63) aneinander zumindest einer dieser mittels Innenhochdruck soweit aufgeweitet wird, bis ein unlösbarer Presssitz der Querträgerhohlprofile (4,41) und der Quertraversen (5,15) in den von den Vertiefungen (31,32,33,34) der

Längsträgerhohlprofile (2,3,39,40) gebildeten Durchführungen entsteht.

9. Verfahren nach Anspruch 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Querträger (4,41) und/oder die hohl ausgebildete Quertraversen (5,15) beim Aufweiten der Längsträgerhohlprofilstränge (28,29,61,63) von innen mit einem verformungshindernden fluidischen Gegendruck beaufschlagt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Querträger (4,41) und/oder die hohl ausgebildete Quertraversen (5,15) an der Stelle der von den Vertiefungen (31,32,33,34) der Längsträgerhohlprofile (2,3,39,40) gebildeten Durchführungen mit einem fluidischen Hochdruck aufgeweitet werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass während des Aufweitens der Querträger (4,41) und/oder der Quertraversen (5,15) beide Hohlprofilstränge (28,29,61,63) der Längsträgerhohlprofile (2,3,39,40) mit einem verformungshindernden fluidischen Gegendruck beaufschlagt werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass bei einer zweiteiligen Ausbildung des Rahmens (1) mit einer Teilung zwischen den Quertraversen (5,15) die einander zugewandten Enden (18,45,66) der Längsträgerhohlprofile (2,3,39,40) ineinander gesteckt werden und anschließend unlösbar miteinander verbunden werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die ineinander gesteckten Enden (18,45,66) miteinander verschweißt werden oder nach Ausformung von zumindest einem Formschlusselement am das einzusteckende Ende (18) aufnehmenden Ende (45,66) mittels Innenhochdruck unter Ausformung eines formnegativen Gegenformschlusselementes am Ort des Formschlusselementes formschlüssig festgelegt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Federbeinaufnahme (44) des Rahmens (1) aus dem Längsträgerhohlprofil (39,40) ausgeformt wird, wobei dieses auf einem Abschnitt (50) an einer Stelle um eine die Mittensachsachse (51) des Hohlprofils (39,40) in einem Winkel von etwa 45° schneidende Horizontalachse (52) um einen Winkel von mindestens 90° nach oben gebogen wird, derart, dass das Hohlprofil (39,40) dort bezüglich seines im wesentlichen geradlinigen Richtungsverlaufes außerhalb der Federbeinaufnahme (44) seitlich übersteht, wonach der seitliche Überstand zur Bildung der Federbeinaufnahme (44) nach einem bestimmten Höhenversatz zum außerhalb der Federbeinaufnahme (44) verlaufenden Hohlprofil (39,40) abgewinkelt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Längsträgerhohlprofil (39,40) aus zwei separaten, aneinander gereihten Einzelhohlprofilen gebildet wird, wobei eine Hälfte der Federbeinaufnahme (44) durch die Biegung und Abwinklung eines Endes des einen Einzelhohlprofils ausgeformt wird und wobei sich an diese eine Hälfte der Federbeinaufnahme (44) anschließend zur Bildung der anderen Hälfte der Federbeinaufnahme (44) das zugewandte Ende des anderen Einzelhohlprofils spiegelverkehrt zu dieser Hälfte gebogen und in die gleiche Richtung abgewinkelt wird, wonach die beiden Hälften fest miteinander verbunden werden.

16. Verfahren nach Anspruch 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Längsträgerhohlprofil (39,40) aus jeweils zwei separaten aufeinanderliegenden Hohlprofilsträngen (61) und (63) zusammengesetzt wird, dass aus einem querträgernahen Ende (62) des Hohlprofilstranges (61) die eine Hälfte und aus einem auf dieses Ende (62) zulaufenden Ende (64) des im wesentlichen unten verlaufenden längeren und um 180° zu sich zurückgebogenen Hohlprofilstrang (63) die andere Hälfte der Federbeinaufnahme (44) gebildet wird, dass die beiden Enden (62,64) um eine zur Längsachse des nicht zur Federbeinaufnahme (44) gehörigen nebenliegenden Teils des Längsträgerhohlprofiles (39,40) parallelen Achse abgewinkelt werden und dass die aneinanderliegenden Enden (62,64) nach ihrer Abplattung an ihrer Stoßstelle unlösbar verbunden, vorzugsweise verschweißt werden.

17. Verfahren nach Anspruch 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Federbeinaufnahme (44) des Rahmens (1) aus dem Längsträgerhohlprofiles (39,40) einstückig geformt wird, wobei das Längsträgerhohlprofil (39,40) beiderends um 180° zurückgebogen wird, und dass anschließend dessen Enden um die Horizontalachse (52) unter Bildung jeweils einer Hälfte der Federbeinaufnahme (44) spiegelverkehrt zueinander gebogen und in gleicher Richtung abgewinkelt werden, wonach die seitlich aneinanderliegenden Hälften fest miteinander verbunden werden.

18. Verfahren nach Anspruch 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der radial abstehende Abschnitt (50) um eine weitere zur Horizontalachse (52) in Höhenrichtung beabstandete Parallelachse (53) um etwa 90° nach vorne - parallel zur Längsrichtung des Längsträgerhohlprofiles (39,40) - gebogen wird, so dass ein Teilabschnitt (54) des Abschnittes (50) etwa parallel zur Längserstreckung des sich an die Federbeinaufnahme

(44) anschließenden restlichen Längsträgerhohlprofiles (39,40) jedoch mit Höhen- und Seitenversatz dazu liegt, wobei die eine Hälfte der Federbeinaufnahme (44) sich bis zur Mitte des Teilabschnittes (54) erstreckt, und dass die Herstellung der anderen von der Mitte des Teilabschnittes (54) aus in Richtung des vorderen Querträgers (41) verlaufenden Hälfte der Federbeinaufnahme (44) durch spiegelbildliches Weiterbiegen des Abschnittes (50) im Anschluss an den Teilabschnitt (54) erfolgt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der seitliche Überstand in eine Horizontalebene abgewinkelt wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Abwinklung abgeplattet wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Abplattung gelocht wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 oder 21, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Abplattung (65) der Enden (62,64) endseitig im rechten Winkel nach unten gebogen wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 22, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass nach der Biegeumformung des Längsträgerhohlprofiles (39,40) zur Bildung der Federbeinaufnahme (44) diese beiderseits innenhochdruckbeaufschlagt wird, wobei der beim Biegen stark geknautschte Querschnitt deren den Höhenversatz zum restlichen Längsträgerhohlprofil (39,40) erbringende beide Holme (58,59) zu einem in grober Annäherung kreisförmigen Querschnitt aufgeweitet wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass an den Oberseiten der Längsträgerhohlprofile (39,40)
mittels Stempel Formschlusselemente in der Form von Vertiefungen, vorzugsweise Rinnen (38) geformt werden.

25. Verfahren nach Anspruch 24,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass in die Formschlusselemente nach der Biegeumformung zur
Dopplung des jeweiligen Längsträgerhohlprofiles (39,40) mittels
Innenhochdruckumformen Gegenformschlusselemente, vorzugsweise
Rippen (37) aus dem vertiefungsfreien Hohlprofilstrang
hineingeformt werden.

1/10

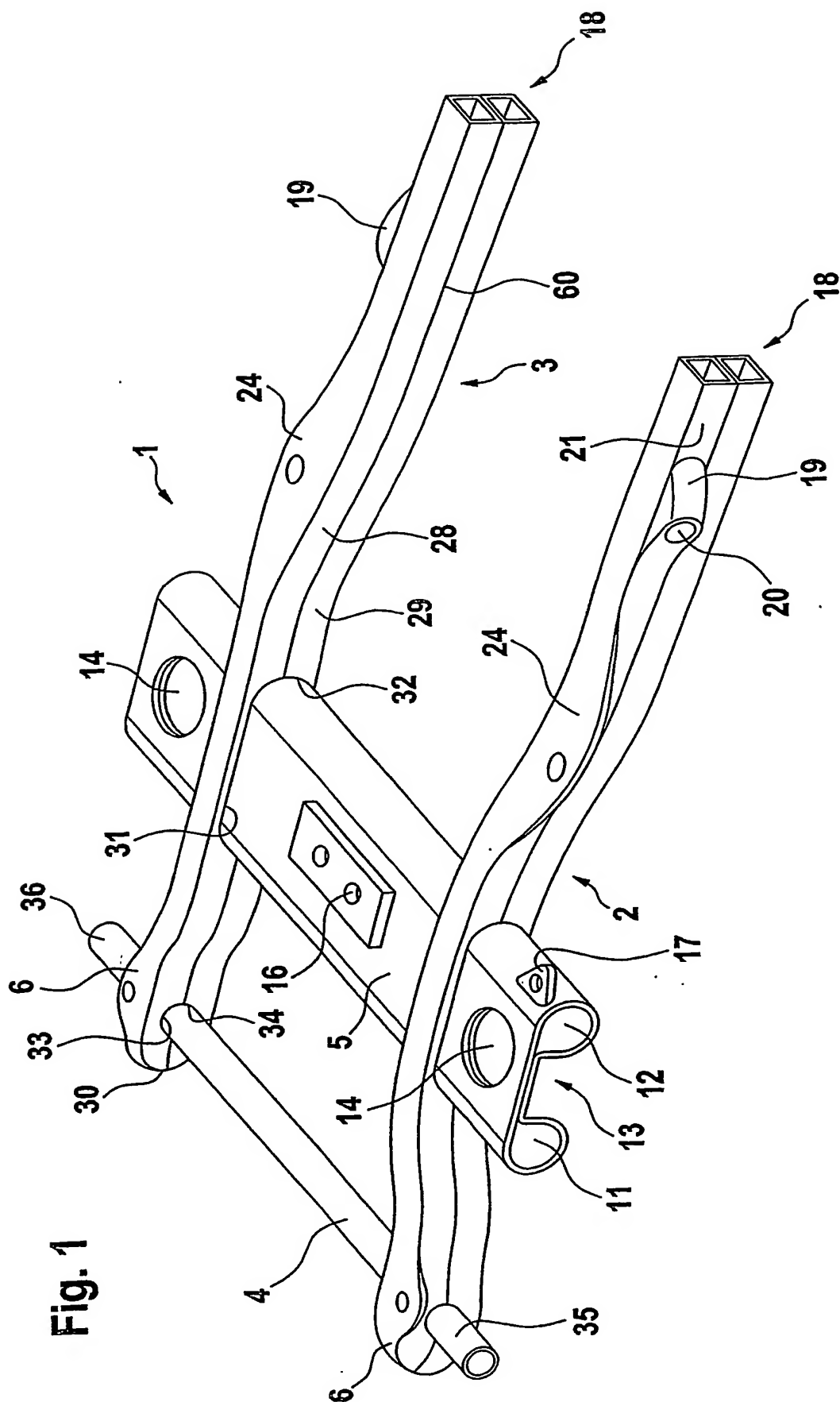
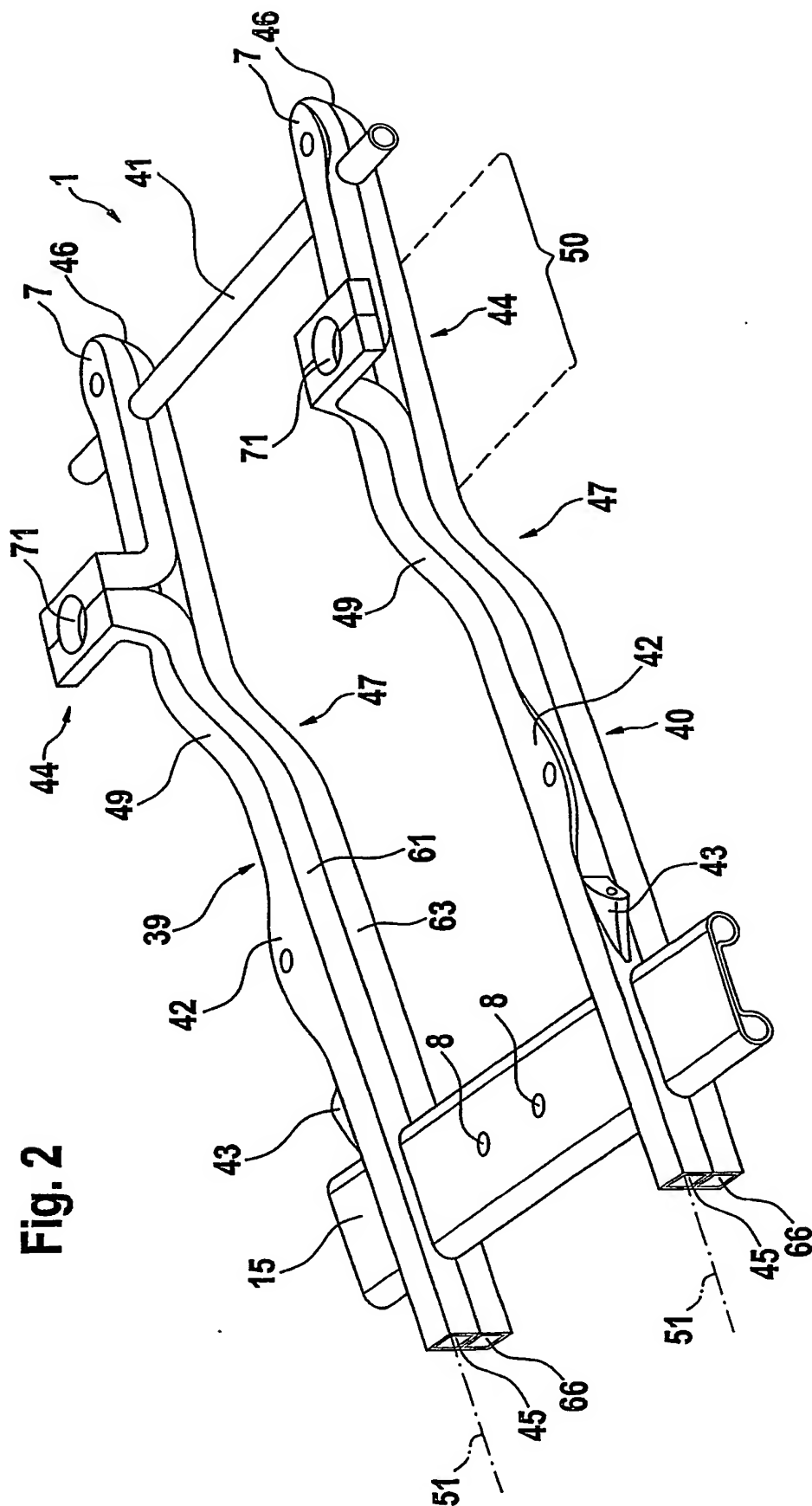


Fig. 1



3/10

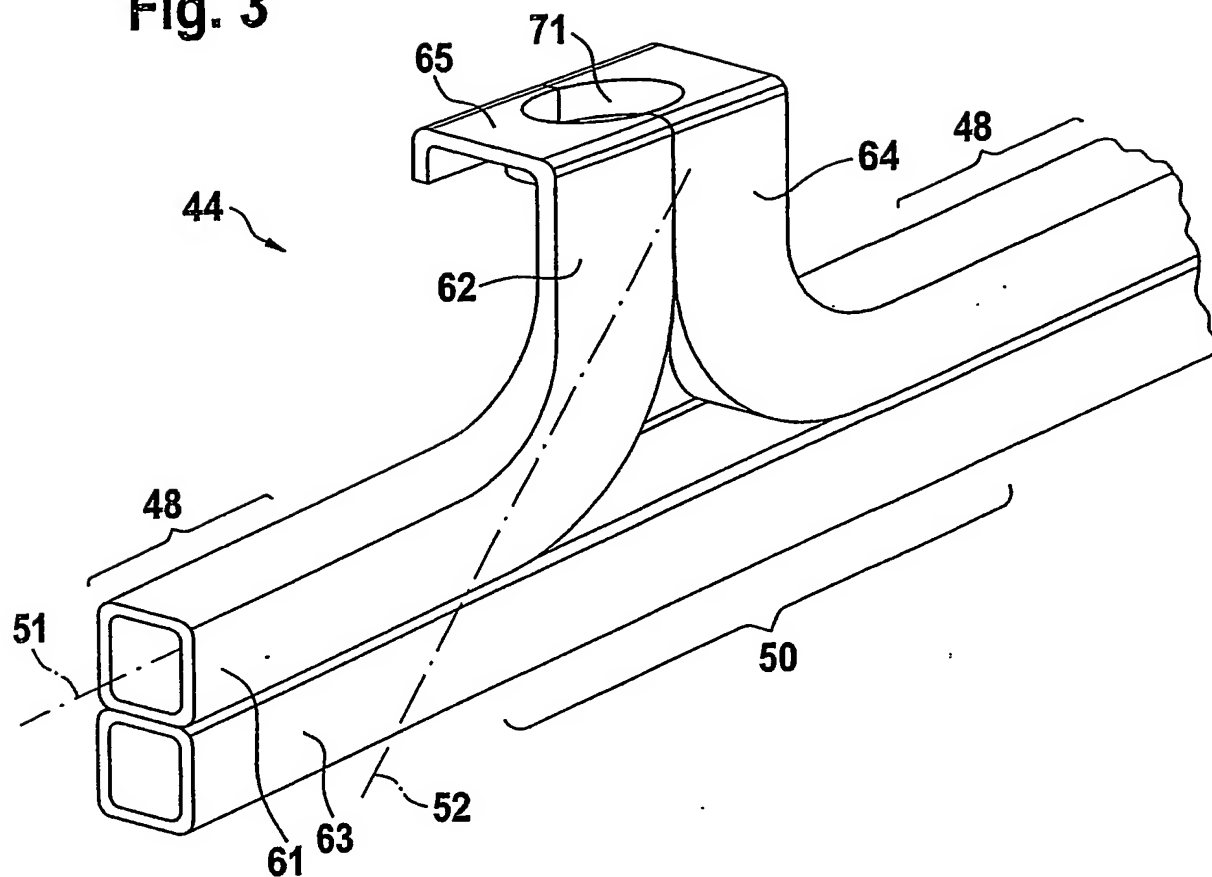
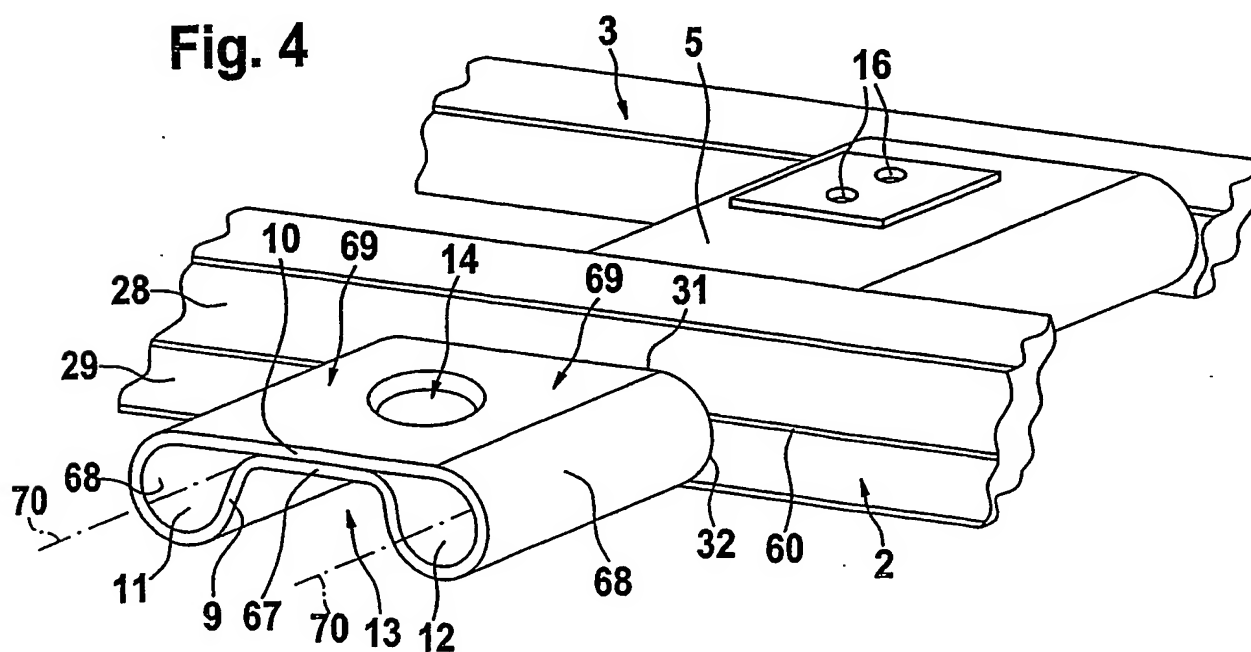
Fig. 3**Fig. 4**

Fig. 5

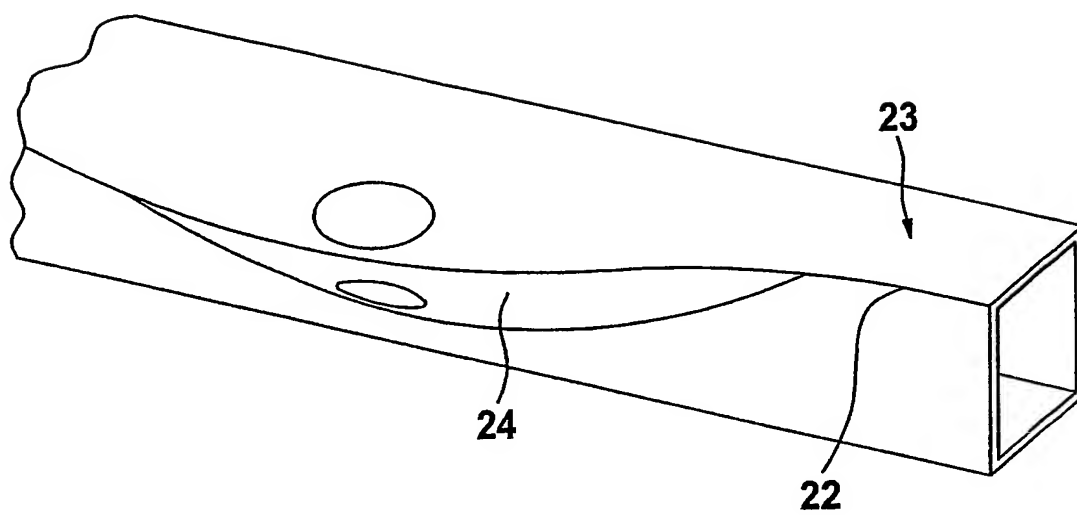
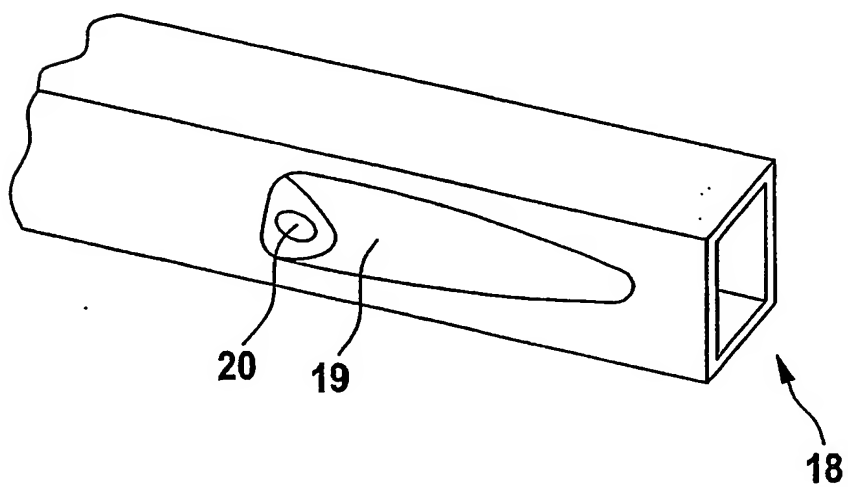


Fig. 6



5/10

Fig. 7

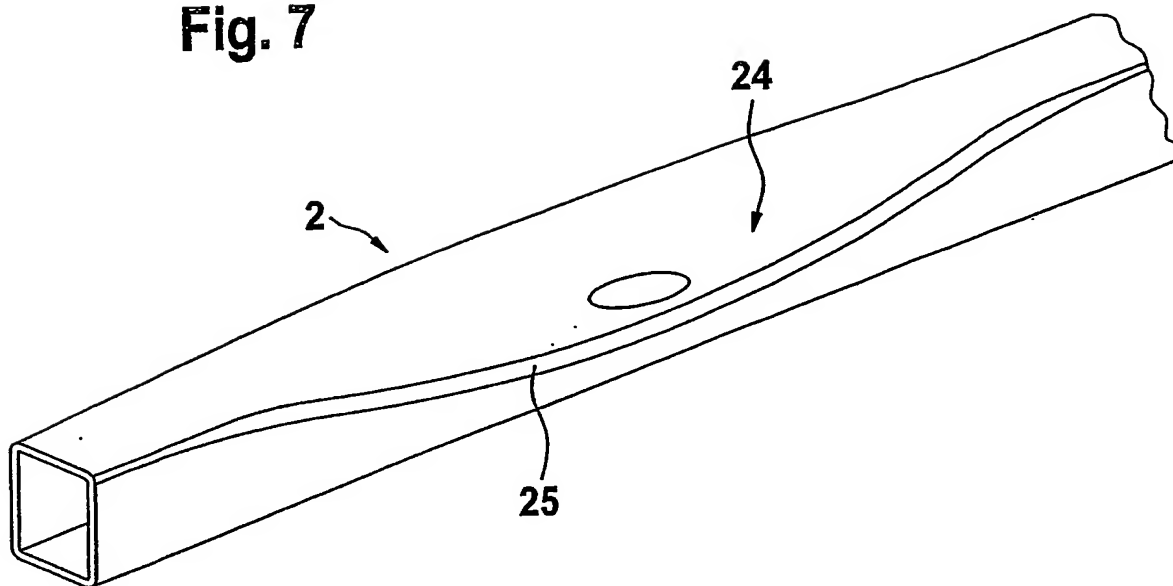
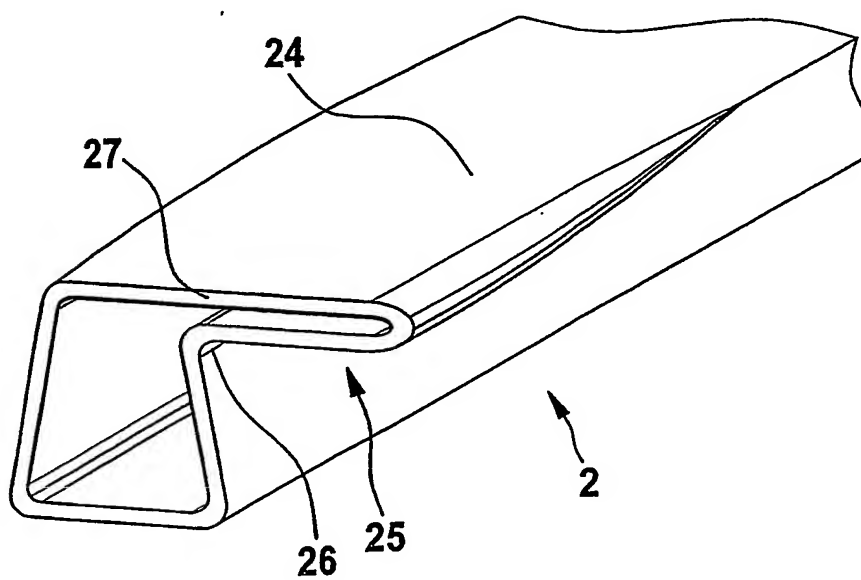
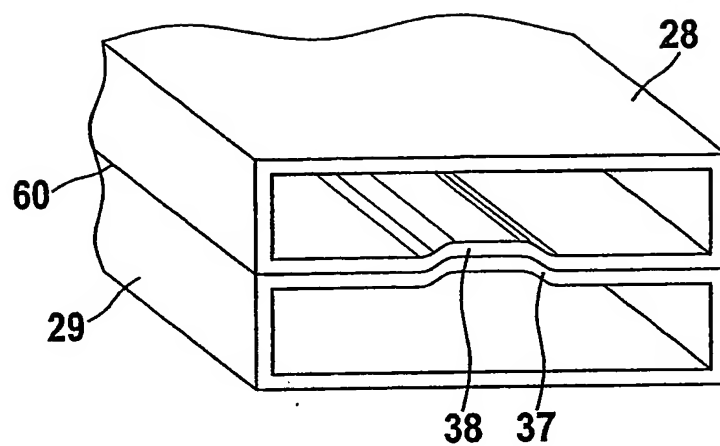
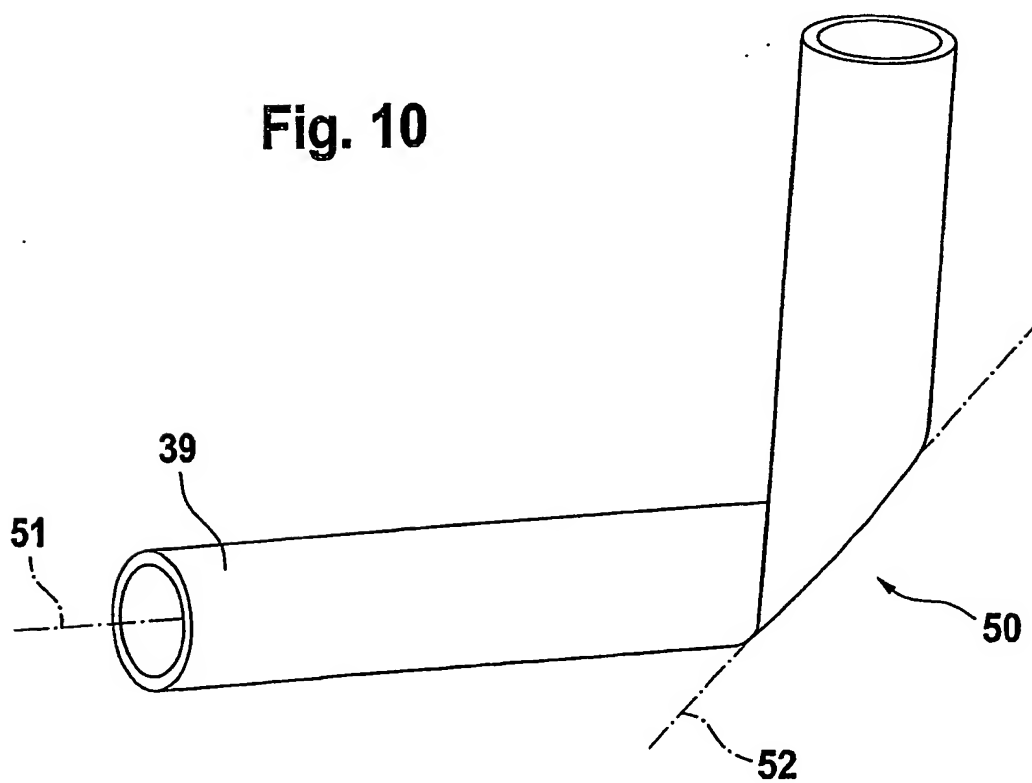
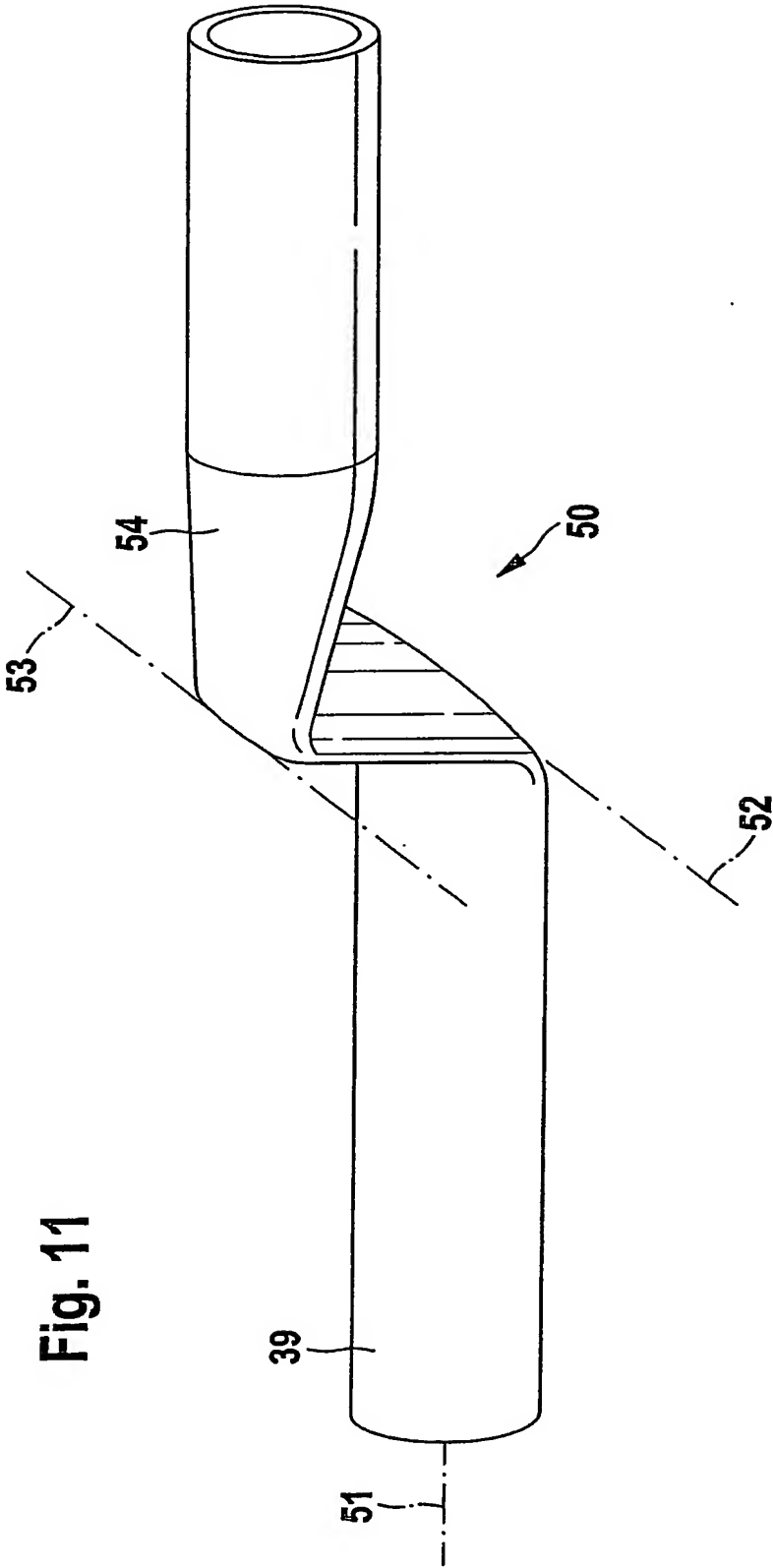


Fig. 8



6/10

Fig. 9**Fig. 10**



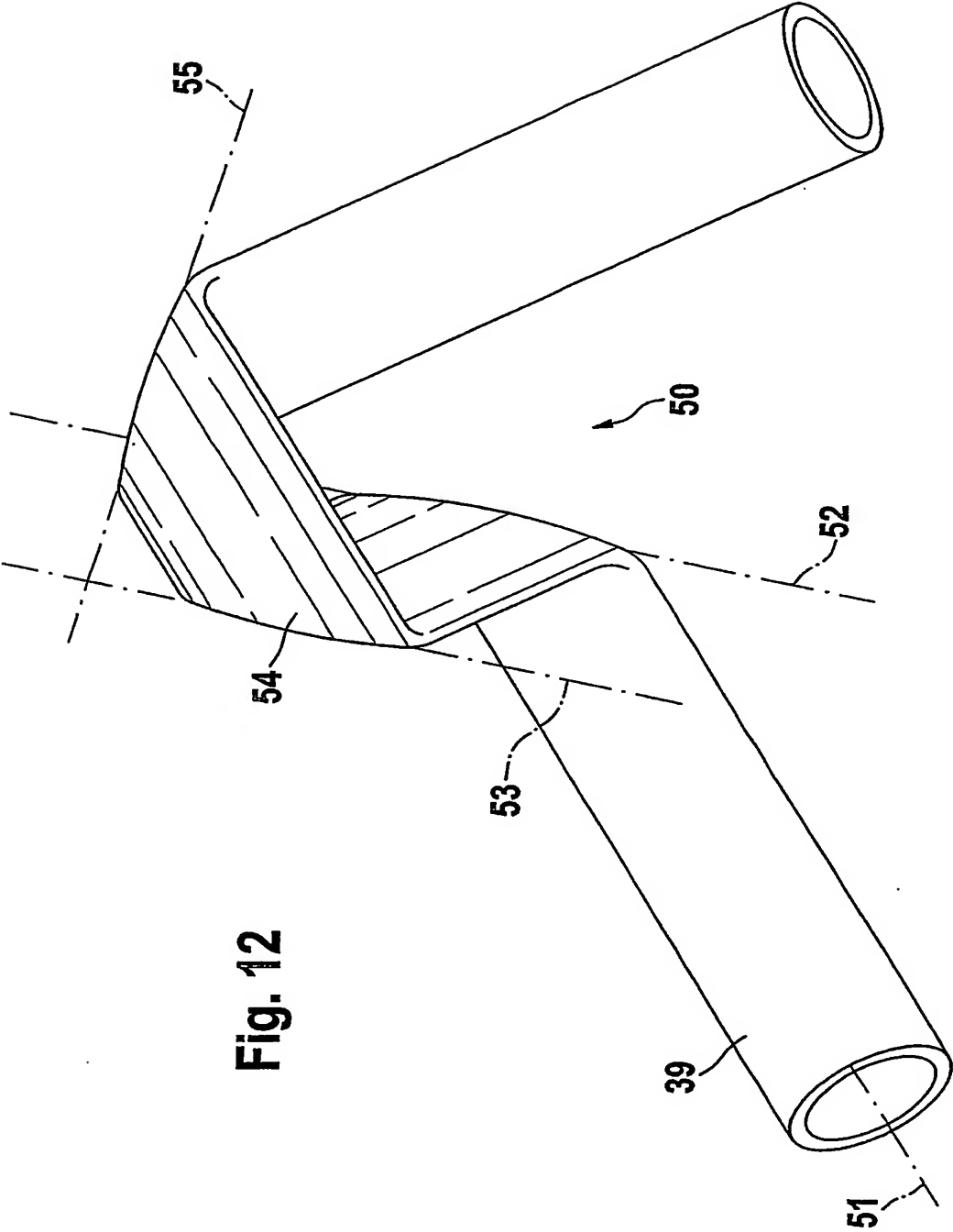


Fig. 12

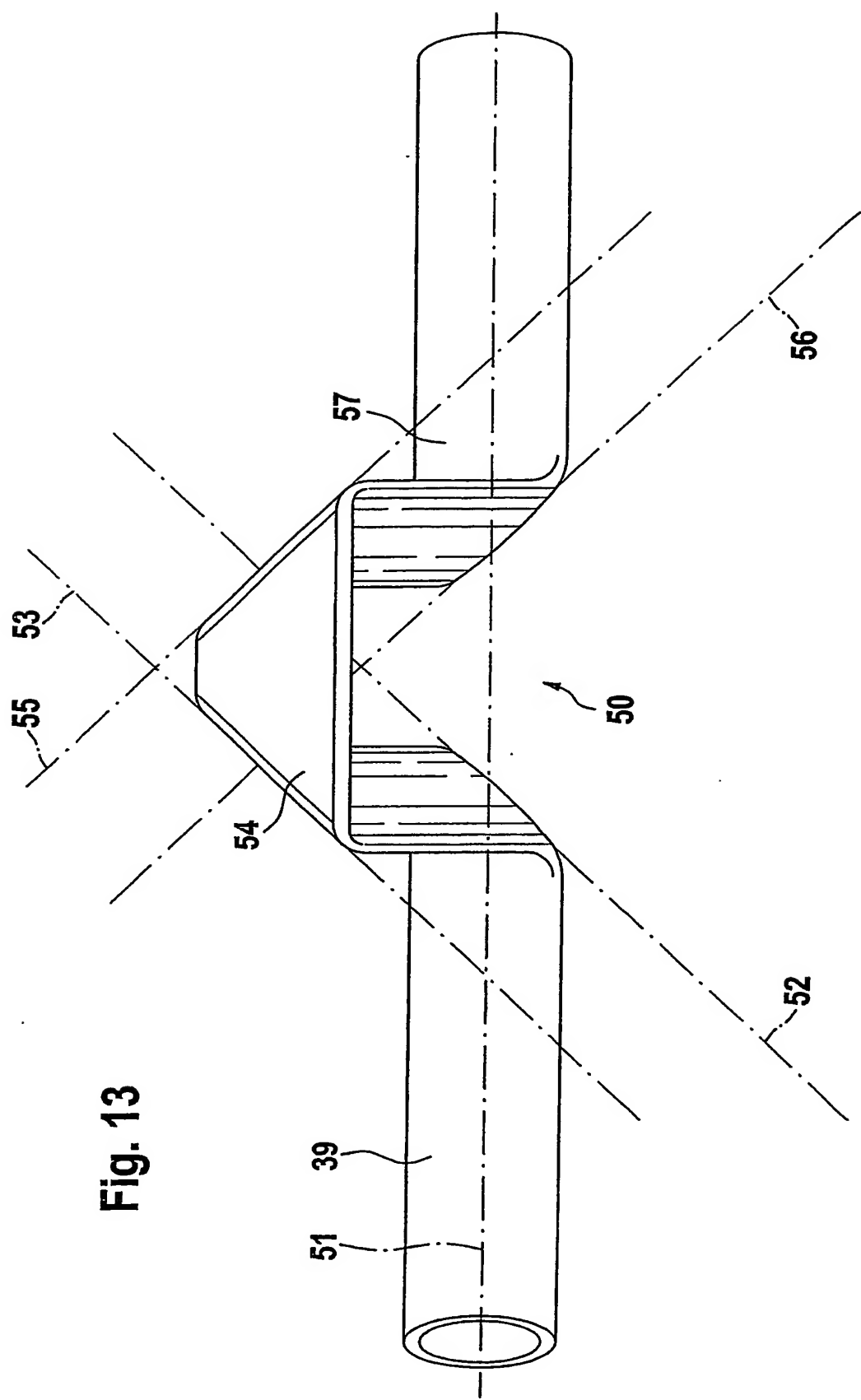


Fig. 13

Fig. 14

